



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 55 400 A 1

21 Aktenzeichen: 198 55 400.1  
22 Anmeldetag: 1. 12. 1998  
43 Offenlegungstag: 15. 6. 2000

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G 08 G 1/16  
G 05 D 1/02  
B 60 K 28/10  
B 60 Q 1/08  
B 60 Q 9/00  
G 01 C 21/14

DE 198 55 400 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

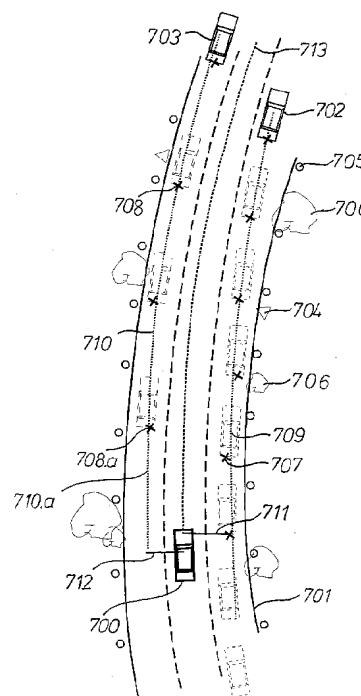
72 Erfinder:  
Michi, Harald, 75248 Ölbronn-Dürrn, DE; Scherl,  
Michael, 71679 Asperg, DE; Lichtenberg, Bernd, Dr.,  
71665 Vaihingen, DE; Uhler, Werner, Dr., 76646  
Bruchsal, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines Fahrzeugs

57 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines ersten Fahrzeugs (700), welches mit einem Abstandssensor ausgerüstet ist, beschrieben. Dabei werden mit Hilfe des Abstandssensors zu festgelegten oder wählbaren Zeitpunkten wenigstens relative Positionen (707, 708) wenigstens eines vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zum ersten Fahrzeug (700) bestimmt. Wenigstens diese bestimmten relativen Positionen (707, 708) werden in wenigstens einem Speicher abgelegt. Diese in dem Speicher abgelegten relativen Positionen (707, 708) bilden jeweils einen Kursverlauf (709, 710) des entsprechenden vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703). Der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs (700) wird wenigstens anhand des Kursverlaufs (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) bestimmt. Der Kursverlauf (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) wird in Richtung auf die Position des ersten Fahrzeugs (700) projiziert.



DE 198 55 400 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines Kraftfahrzeugs. Sie kann angewendet werden beispielsweise im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- oder Abstandsregelung eines Fahrzeugs, einer adaptiven Leuchtweitenanpassung oder auch einfach zum Erkennen kritischer Situationen. Voraussetzung ist, daß das Fahrzeug mit wenigstens einem Sensor ausgerüstet ist, der vorausfahrende Fahrzeuge und stationäre Objekte im Vorfeld des Fahrzeugs erkennen sowie wenigstens deren Position bestimmen kann. Solche Sensoren können beispielsweise als Radar-, Laser- oder auch als Videosensor ausgebildet sein. Die Erfindung wird vorzugsweise im Zusammenhang mit einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- oder Abstandsregelung eines Fahrzeugs verwendet, da ein solcher Sensor bei dieser Anwendung bereits vorhanden ist.

## Stand der Technik

In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Veröffentlichungen bekannt geworden, die sich mit einer automatischen Regelung der Geschwindigkeit eines Kraftfahrzeugs unter Berücksichtigung des Abstandes zu vorausfahrenden Fahrzeugen beschäftigen. Solche Systeme werden häufig als Adaptive Cruise Control (ACC) bzw. im Deutschen als adaptive oder dynamische Fahrgeschwindigkeitsregler bezeichnet. Ein grundlegendes Problem bei solchen Systemen ist angesichts heutiger Verkehrsverhältnisse eine automatisierte Entscheidung, welches von mehreren vorausfahrenden Fahrzeugen für die Geschwindigkeits- oder Abstandsregelung relevant bzw. am relevantesten ist. Besonders schwierig ist diese Entscheidung in dem Fall, daß die Straße, auf der sich das geregelte Fahrzeug bewegt, mehrspurig und kurvig ist. In diesem Fall werden durch einen Abstandssensor, der unter anderem zur Detektion vorausfahrender Fahrzeuge dient, in der Regel auch Fahrzeuge detektiert, die sich auf benachbarten Fahrspuren befinden und dementsprechend für eine Abstandsregelung nur eine untergeordnete Relevanz besitzen.

Dementsprechend besteht bei einem ACC-System das Bedürfnis, einen zukünftigen Kursverlauf beziehungsweise einen zukünftigen Kursbereich des geregelten Fahrzeugs zu bestimmen, um anhand der Kenntnis dieses Bereichs das jeweils relevanteste vorausfahrende Fahrzeug oder umgekehrt das zu einem momentanen Zeitpunkt gefährlichste Hindernis zu bestimmen. Beide Größen, sowohl der Kursverlauf als auch der Kursbereich orientieren sich grundsätzlich am Verlauf der Straße, berücksichtigen im Optimalfall jedoch auch gegebenenfalls stattfindende Spurwechsel- oder Abbiegevorgänge des geregelten Fahrzeugs. Der Begriff "zukünftiger Kursbereich" unterscheidet sich dabei im folgenden von dem Begriff "zukünftiger Kursverlauf" dahingehend, daß er den gesamten räumlichen Bereich, in dem sich das geregelte Fahrzeug voraussichtlich bewegen wird, beinhaltet. Dies bedeutet, daß er auch die jeweils benötigte Breite des Kraftfahrzeugs berücksichtigt.

Derzeit bekannte Lösungen zu der oben genannten Problemstellung sind beispielsweise in der Veröffentlichung "Adaptive Cruise Control – System Aspects and Development Trends" von Winner, Witte et. al., veröffentlicht als SAE Technical Paper Series No 961010 auf der SAE vom 26. bis 29. Februar 1996 beschrieben. Demnach ist die einfachste Art, einen zukünftigen Kurs eines geregelten Fahrzeugs vorherzusagen, die Annahme einer geradlinigen Bewegung. Es ist jedoch offensichtlich, daß diese Art der Vorhersage bei Kurven oder Spurwechseln nicht funktioniert.

Ein komplexerer Fall, der für weite Bereiche jedoch hinreichende Ergebnisse liefert, ist die Annahme eines Kurses mit einer konstanten Krümmung. Diese wird beispielsweise anhand einer Differenz von Radgeschwindigkeiten, anhand eines Lenk- oder Lenkradwinkels, anhand von Querbeschleunigungen und/oder anhand von Gierraten bestimmt. Entsprechende Verfahren sind aus dem Bereich der Fahrdynamikregelung bekannt. Nachteil dieses Verfahrens ist, daß der zukünftige Kursverlauf oder Kursbereich nur jeweils anhand des aktuellen Kurses geschätzt wird. Somit entstehen auch hier bei jeder Änderung des Kurses, beispielsweise beim Ein- oder Ausfahren in Kurven Fehler. Eine weitere Möglichkeit zur Vorhersage eines Kursverlaufs, die ebenfalls in der genannten Veröffentlichung erwähnt ist, ist eine Verwendung von Navigationssystemen. Die Grenzen dieses Verfahrens hängen jedoch von der Aktualität und der Genauigkeit der zur Verfügung stehenden Karten sowie der Fähigkeit des Systems zur Bestimmung der jeweils aktuellen Position des Fahrzeugs ab. Die Vorhersage ist insbesondere in Baustellenbereichen oder bei neuen Straßen fehlerhaft. Als weitere Möglichkeit wird in der genannten Veröffentlichung eine Vorhersage des Straßenverlaufs oder der Spur basierend auf Radardaten genannt. Stationäre Objekte wie Reflektoren oder Leitplanken, die von einem Signalprozessor detektiert werden, werden verwendet, um die Straßenbegrenzungen zu rekonstruieren. Entsprechend der Veröffentlichung ist bisher jedoch wenig über die Qualität und die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens bekannt.

In der US 4,786,164 ist ein System und ein Verfahren zur Detektion einer Entfernung zwischen zwei Fahrzeugen beschrieben, die sich in derselben Verkehrsspur bewegen. Die Bestimmung der Fahrspur, in der sich jedes der beiden Fahrzeuge bewegt, erfolgt dabei anhand eines Vergleichs von Winkeln, unter denen Reflektoren, die an beiden Seiten der Straße verteilt sind, detektiert werden. Das hier beschriebene Verfahren ist jedoch nur anwendbar, wenn tatsächlich auf beiden Seiten einer Straße geeignete Reflektoren zur Verfügung stehen und damit abhängig von infrastrukturellen Gegebenheiten.

In der DE 196 14 061 A1 ist ein System zur Steuerung der Entfernung zu einem vorausfahrenden Fahrzeug auf der Grundlage einer einstellbaren Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben. Dieses beschriebene System weist eine Krümmungsbestimmungseinrichtung auf, in der die Krümmung einer Straße anhand eines Lenkwinkels und einer Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt wird. Zur Verbesserung der Zuverlässigkeit wird gemäß einer ersten Modifikation der Lenkwinkel auf der Grundlage der Bewegung eines spezifizierten stationären Objekts bestimmt. Dazu werden die Orte eines stationären Objekts relativ zu einem bewegten Systemfahrzeug in gleichmäßigen Zeitabständen überwacht. Die Orte werden dann als Kreisbogen definiert, um die Krümmung der Straße zu berechnen, auf der das Systemfahrzeug fährt. Gemäß einer zweiten Modifikation kann eine scharfe Kurve der Straße ebenfalls anhand eines stationären Objekts erkannt werden. Gemäß einer vierten Modifikation kann die berechnete Krümmung erhöht oder reduziert werden, wenn ein Abbiegeanzeiger die rechte oder die linke Richtung anzeigt. Gemäß einer zehnten Modifikation ist es möglich, anhand eines Navigationssystems, beispielsweise eines GPS-Systems zu bestimmen, ob eine Kurve in einer Vorwärtsrichtung des Systemfahrzeugs vorliegt oder nicht. Keines der in dieser Schrift vorgestellten Verfahren beseitigt jedoch die bereits im einzelnen genannten Nachteile.

Aus der DE 41 33 882 A1 ist ein Verfahren zum selbständigen Nachführen eines Fahrzeugs auf der Spur eines ganz bestimmten vorausfahrenden Fahrzeugs bekannt. Dazu wird mittels einer elektronischen Kamera der signifikante Heck-

bereich eines Führungsfahrzeugs überwacht und näherungsweise der Seitenversatz zu diesem bestimmt. Das Ziel ist die Gewinnung von Ansteuersignalen für die Lenkung des die Kamera tragenden Fahrzeugs.

Aus der DE 43 41 689 A1 ist ein System zum Erfassen eines vorausfahrenden Fahrzeugs bekannt. Es wird von einer Mittellinie ausgegangen, die die Verlängerung der Fahrzeugachse darstellt. Um diese Linie herum werden Bereiche unterschiedlicher Wahrscheinlichkeiten definiert, die dazu dienen ein erfaßtes Ziel als in der Spur befindlich oder als nicht relevant zu erkennen. Die Krümmung der vorausliegenden Straße wird anhand des aktuellen Lenkwinkels und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit berechnet. In Abhängigkeit von dieser prognostizierten Krümmung wird in der Entfernung, in der ein anderes Fahrzeug detektiert wurde eine Versetzung bestimmt und die zuvor bestimmte Wahrscheinlichkeitsverteilung um diesen Wert verschoben.

Aus der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung 197 22 947.6-32 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereiches eines Fahrzeugs bekannt. Darin werden anhand der detektierten Positionen der vorausfahrenden Fahrzeuge deren Kursverläufe beobachtet und jeweils der Querversatz zu eigenen Position bestimmt. Dies geschieht jeweils ab dem Zeitpunkt, an dem das eigene Fahrzeug den Punkt passiert hat, ab dem eine erste Position des entsprechenden vorausfahrenden Fahrzeugs gespeichert worden war. In Kenntnis dieses Querversatzes und der gespeicherten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge kann ein eigener zukünftiger Kursbereich bestimmt werden.

Der Nachteil der bisherigen Ansätze zur Bestimmung eines eigenen zukünftigen Kursbereichs ist darin zu sehen, daß der frühestmögliche Zeitpunkt einer Kursbereichsbestimmung der Zeitpunkt ist, zu dem ein Punkt passiert wird, an dem eine Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs detektiert worden ist.

#### Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es dementsprechend, ein Verfahren und eine darauf basierende Vorrichtung anzugeben, mit dem beziehungsweise mit der ein zukünftiger Kursbereich eines ersten Fahrzeugs zuverlässig bestimmt werden kann. Dieser Kursbereich soll insbesondere auch dann zuverlässig und frühzeitig bestimmbar sein, wenn vorausfahrende Fahrzeuge erstmals detektiert werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs wenigstens anhand eines in Richtung auf die Position des ersten Fahrzeugs projizierten Kursverlaufs eines vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt wird. Das bedeutet, daß der erfaßte Kursverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs in einen Bereich vor das erste Fahrzeug projiziert wird, in dem keine gemessenen Positionen des vorausfahrenden Fahrzeugs vorliegen.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegt darin, daß die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs bereits möglich ist, bevor eine Position erreicht worden ist, an der ein vorausfahrendes Fahrzeug detektiert worden ist. Durch diese Erfindung können je nach Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs und Reichweite des Abstandssensors bis zu zwei Sekunden gegenüber bisherigen Verfahren und Vorrichtungen gewonnen werden, in denen bereits eine Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des eigenen Fahrzeugs möglich ist. Dies kann zu einer Entlastung des Fahrers des ersten Fahrzeugs und zu einer Erhöhung der allgemeinen Fahrsicherheit beitragen.

Vorteilhafterweise kann die Projizierung des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs bis zu der Position erfolgen, an der sich das erste Fahrzeug befindet. Dies ermöglicht dem System die maximale Ausnutzung der gespeicherten Daten zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird dazu zwischen dem projizierten Kursverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs und dem aktuellen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs ein Querversatz und/oder eine Krümmung bestimmt. Mit Hilfe des Querversatzes und/oder der Krümmung des Kursverlaufs des ersten Fahrzeugs zum projizierten Kursverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs wird ein zukünftiger Kursbereich des ersten Fahrzeugs bestimmt. Diese Ausführung bietet den Vorteil, daß zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs auch ein projizierter Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs genutzt werden kann, das sich nicht in der gleichen Fahrspur bewegt, wie das erste Fahrzeug.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, wird der zukünftige Kursbereich anhand von projizierten Kursverläufen mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge bestimmt. Dabei wird ein Fahrspurwechsel eines einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs durch Vergleich, Korrelation oder Mittelung der projizierten Kursverläufe aller vorausfahrenden Fahrzeuge herausgefiltert. Diese Weiterbildung führt insbesondere beim Vorhandensein vieler anderer Verkehrsteilnehmer zu einer verbesserten Zuverlässigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Es können somit alle projizierten Kursverläufe vorausfahrender Fahrzeuge zur Bestimmung des Kursbereichs des ersten Fahrzeugs genutzt werden, was eine Verbesserung der Zuverlässigkeit des bestimmten Kursbereichs zur Folge hat.

Weiterhin vorteilhaft ist es, die gespeicherten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge zu ausgewählten und/oder frei wählbaren Zeitpunkten dem aktuellen Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs anzugleichen. Dies hat den Vorteil, daß der Speicher zur Aufnahme der projizierten Kursverläufe vorausfahrender Fahrzeuge sehr gut ausgenutzt werden kann, da eine auf das aktuelle Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs umgerechnete detektierte Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs somit eine Relativposition zum ersten Fahrzeug darstellt und die zu speichernden Daten beispielsweise nur aus einer Entfernungs- und einer Winkelangabe bestehen können.

Vorteilhafterweise erfolgt die Projizierung des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs durch statistische Analysen und/oder mathematische Interpolationsverfahren der gespeicherten relativen Positionsdaten. Diese Analysemöglichkeit beziehungsweise diese Interpolationsverfahren ermöglichen eine sehr exakte Bestimmung des zu projizierenden Kursverlaufs.

Besonders vorteilhaft ist es, die projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge durch wenigstens ein Gütekriterium zu bewerten, das sowohl statistische als auch nicht vorhersagbare Anteile und vorhersagbare Anteile enthält. Damit ist es vorteilhafterweise möglich, einen projizierten Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs, der ein Gütekriterium aufweist, das unterhalb eines bestimmten Schwellwertes liegt, aus dem Speicher zu löschen und/oder zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs nicht mit heranzuziehen. Auf diese Weise wird zum einen die Ausnutzung des Speichers verbessert, da Daten, die zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs weniger gut geeignet sind, aus dem Speicher gelöscht werden. Zum anderen besteht hierdurch die Möglichkeit, weniger gut geeignete Daten nicht zur Bestimmung

mung des Kursbereichs heranzuziehen, was zu einer genaueren Bestimmung führt.

Gemäß einer Weiterbildung wird der Speicher als Ring-speicher organisiert. Diese Weiterbildung hat den Vorteil, daß die Speicherverwaltung vereinfacht und somit die Bestimmung des zukünftigen Kursverlaufs des eigenen Fahrzeugs beschleunigt wird. Insbesondere sind bei dieser Art von Speicherorganisation keine Verschiebungen von Daten innerhalb des Speichers notwendig. Anschaulich gesprochen wird der älteste für einen Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs gespeicherte Datenwert durch den aktuell erfaßten Wert ersetzt und lediglich ein entsprechender Verweis auf den Speicherplatz geändert.

Vorteilhaft ist weiterhin, daß, wenn der Speicher voll ist, zur Speicherung wenigstens eines neuen Kursverlaufs eines weiteren vorausfahrenden Fahrzeugs, entsprechend eines weiteren Gütekriteriums, das nur auf vorhersagbaren Anteilen beruht, entschieden wird, ob wenigstens einer der bisher gespeicherte Kursverläufe und/oder der wenigstens eine neue Kursverlauf gelöscht wird. Dies bedeutet, daß bei vollem Speicher mittels eines Gütekriteriums bestimmt wird, ob ein bisher gespeicherter Kursverlauf gelöscht wird, oder, ob die neu erfaßten Daten eine schlechtere Güte haben als alle im Speicher abgelegten Kursverläufe und somit die neu erfaßten Daten verworfen werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird der zukünftige Kursbereich anhand von Positionen detektierter, stationärer Objekte oder anhand von Positionen detektierter, entgegenkommender Fahrzeuge begrenzt. Diese Weiterbildung hat den Vorteil, daß die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs sinnvoll eingegrenzt werden kann, was die Genauigkeit des bestimmten Kursbereichs deutlich erhöht. Außerdem fließen auf diese Weise weitere, unabhängige Daten in die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs ein.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird zusätzlich zu dem erfindungsgemäß bestimmten, ersten zukünftigen Kursbereich mindestens ein weiterer zukünftiger Kursbereich anhand eines Lenkwinkels, eines Lenkradwinkels, einer Gierrate, einer Differenz von Radgeschwindigkeiten oder einer Querbeschleunigung des geregelten Fahrzeugs oder anhand stationärer Objekte oder anhand entgegenkommender Fahrzeuge die von dem Abstandssensor des ersten Fahrzeugs detektiert werden, bestimmt. Anhand des ersten und des mindestens einen weiteren bestimmten, zukünftigen Kursbereichs wird sodann ein verifizierter zukünftiger Kursbereich bestimmt. Dies bedeutet anschaulich gesprochen, daß ein zukünftiger Kursbereich des geregelten Fahrzeugs anhand unterschiedlicher und voneinander unabhängiger Verfahren bestimmt wird. Durch eine Kombination dieser einzeln bestimmten, zukünftigen Kursbereiche können bei den Verfahren einzeln auftretende Fehler korrigiert werden, so daß der verifizierte zukünftige Kursbereich eine optimale Voraussage des tatsächlichen Kursbereichs beinhaltet.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist, daß der zukünftige Kursbereich anhand von Meßdaten bestimmt wird, die tatsächlich im Vorfeld des geregelten Fahrzeugs liegen und diese Daten in Richtung der eigenen Position projiziert werden. Anstelle einer Schätzung durch eine Extrapolation einer momentanen Situation erfolgt eine Auswertung der tatsächlich im Vorfeld des Fahrzeugs vorhandenen Situation. Auf diese Weise ist insbesondere eine frühzeitige Erkennung von einem Kurvenbeginn oder -ende möglich. Dadurch wird die Fehlerquote gegenüber bisher bekannten Verfahren deutlich verringert. Ein weiterer Vorteil ist, daß das Verfahren unabhängig ist von besonderen infrastrukturalen

Bedingungen wie beispielsweise extra vorgesehenen Reflektoren am Straßenrand. Sind entsprechende Reflektoren jedoch vorhanden, können sie entsprechend mit berücksichtigt werden. Darüber hinaus läßt sich das Verfahren bei einem Fahrzeug, welches mit einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung ausgerüstet ist ohne besonderen Aufwand, insbesondere ohne eine zusätzliche Bildaufnahme- und Bildauswerteeinrichtung realisieren.

Anschaulich gesprochen erfolgt eine Beobachtung der Bewegung eines oder mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge zur Bestimmung des eigenen zukünftigen Kursverlaufs bzw. Kursbereichs. Hierbei wird, solange noch keine detektierte Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs mit dem eigenen Fahrzeug erreicht ist, der detektierte Kursverlauf der vorausfahrenden Fahrzeuge in Richtung auf die eigene Position projiziert. Somit ist eine Kursbereichsbestimmung für das eigene Fahrzeug möglich, schon bevor eine Position erreicht worden ist, an der ein vorausfahrendes Fahrzeug detektiert wurde.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen

**Fig. 1** eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

**Fig. 2** und **Fig. 3** zwei Prinzipskizzen zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

**Fig. 4** ein Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik,

**Fig. 5** ein weiteres Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik,

**Fig. 6** ein weiteres Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik zur detaillierteren Erläuterung des Verfahrens und

**Fig. 7** eine Prinzipskizze zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**Fig. 1** zeigt eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Ein Abstandssensor **10**, beispielsweise ein Radar- oder ein Lasersensor, ist mit einer Auswerte- und Steuereinheit **11** verbunden. Die Auswerte- und Steuereinheit **11** erhält zahlreiche weitere Signale, von denen hier beispielhaft ein Eingang **13** für eine Fahrzeugeigengeschwindigkeit, ein Eingang **14** für einen Lenkwinkel und ein Eingang **15** für eine Gierrate dargestellt sind. Weiterhin ist die Auswerte- und Steuereinheit **11** mit einem oder mehreren Aktuatoren **12** verbunden. Die gesamte Vorrichtung ist in ein erstes Fahrzeug eingebaut. Mit dem Abstandssensor **10** werden nach bekannten Verfahren vorausfahrende Fahrzeuge, entgegenkommende Fahrzeuge sowie stationäre Objekte auf und beiderseits der Fahrbahn detektiert. Entsprechende Meßdaten werden aufbereitet und der Auswerte- und Steuereinheit **11** zugeführt. Diese bestimmt, entsprechend dem nachfolgend beschriebenen Verfahren, wenigstens einen zukünftigen Kursbereich des ersten Fahrzeugs. Im Rahmen einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung steuert oder regelt die Auswerte- und Steuereinheit **11** über den oder die Aktuatoren **12** die Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Alternativ oder ergänzend steuert sie über Aktuatoren **12** beispielsweise die Leuchtweite oder den Lichtkegel der Scheinwerfer des Fahrzeugs oder erzeugt ein Warnsignal, das auf eine kritische Situation hindeutet.

**Fig. 2** zeigt eine zweispurige Straße **20**, auf der sich zwei Fahrzeuge **21** und **22** in gleicher Richtung bewegen. Mit **21** ist das Fahrzeug bezeichnet, welches die erfindungsgemäße Vorrichtung besitzt. Ausgehend von der Front des Fahrzeugs **21** ist ein Winkelbereich **24** skizziert, der den Erfassungsbereich des Abstandssensors **10** symbolisiert. Eine strichpunkt-

tierte Linie **26** zeigt den zukünftigen Kursverlauf des Fahrzeugs **21**. Die beiden durchgezogenen Linien **27** kennzeichnen den zukünftigen Kursbereich des Fahrzeugs **21**. Dieser zukünftige Kursbereich ergibt sich aus dem um die Fahrzeugbreite und eventuellen zusätzlichen Erweiterungen aufgeweiteten zukünftigen Kursverlauf **26** des Fahrzeugs **21**. Eine Strecke **23** gibt einen seitlichen Querversatz  $q_i$  zwischen den Fahrzeugen **21** und **22** an. Mit **25** ist ein stationäres Objekt, beispielsweise ein Baum am Straßenrand skizziert.

**Fig. 3** zeigt ebenfalls eine zweispurige Straße **30**, auf der drei Fahrzeuge **31**, **32** und **33** zu zwei verschiedenen Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_1$  dargestellt sind. Die Positionen der Fahrzeuge zum Zeitpunkt  $t_0$  sind gestrichelt dargestellt und mit **31a**, **32a** und **33a** bezeichnet. Die Positionen der Fahrzeuge zum Zeitpunkt  $t_1$  sind mit **31b**, **32b** und **33b** bezeichnet. Zwei Strecken **34** und **35** bezeichnen jeweils einen Querversatz  $q_1$  und  $q_2$  zwischen dem Fahrzeug **31** und **32** und zwischen dem Fahrzeug **31** und **33**.

**Fig. 4** zeigt ein Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik. Gemäß Schritt **41** werden mit Hilfe des Abstandssensors **10** vorausfahrende Fahrzeuge  $F_{vi}$  detektiert. Gemäß **Fig. 2** und **Fig. 3** werden dabei die Fahrzeuge **22** sowie **32** und **33** detektiert. In Schritt **42** wird eine Position  $P_{vi}$  jedes einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt. Dieser Schritt kann je nach Realisierung entweder von einer Auswerteschaltung innerhalb des Abstandssensors **10** oder von der Auswerte- und Steuereinheit **11** durchgeführt werden. Die bestimmten Positionen  $P_{vi}$  der vorausfahrenden Fahrzeuge  $F_{vi}$  beinhalten eine Entfernung  $d_i$  und einen Winkel  $\alpha_i$ . Gemäß Schritt **43** wird ein Querversatz  $q_i$ , der in den **Fig. 2** und **3** durch die Strecken **23**, **34** und **35** angegeben ist, bestimmt. Rein mathematisch ergibt sich der Querversatz  $q_i$  zu

$$q_i = d_i \cdot \sin \alpha_i.$$

Da in dieser Beziehung jedoch die Krümmung der Straße **20** bzw. **30** und ein daraus folgender zusätzlicher Querversatz der Fahrzeuge  $F_{vi}$  nicht berücksichtigt ist, wird der jeweilige Querversatz  $q_i$  anhand der Position  $P$  des Fahrzeugs **31** zum Zeitpunkt  $t_1$  und der Position  $P_{vi}$  des vorausfahrenden Fahrzeugs **32**, **33** zum Zeitpunkt  $t_0$  bestimmt. Mit anderen Worten wird der Querversatz  $q_i$  dabei jeweils erst dann bestimmt, wenn sich das erste Fahrzeug **31** an oder neben der Position befindet, die das jeweilige vorausfahrende Fahrzeug einen oder mehrere Meßzeitpunkte vorher inne hatte.

Gemäß Schritt **44** wird nun der zukünftige Kursbereich KB des geregelten Fahrzeugs **21**, **31** aufgrund einer angenommenen Breite  $b$  des ersten Fahrzeugs, anhand der Kursverläufe  $KV_i$  der vorausfahrenden Fahrzeuge  $F_{vi}$ , anhand deren jeweiligem Querversatz  $q_i$  und gegebenenfalls anhand zuvor bestimmter Kursverläufe bestimmt. Dabei wird die Annahme zugrunde gelegt, daß sich das erste Fahrzeug so weiterbewegen wird wie das oder die vorausfahrenden Fahrzeuge. Bei Erkennen eines beabsichtigten oder beginnenden Spurwechsels des ersten Fahrzeugs, beispielsweise in Abhängigkeit eines Blinkersignals, wird der bestimmte voraus-sichtliche Kursbereich in die entsprechende Richtung erweitert. Dies unterscheidet den bestimmten zukünftigen Kursbereich KB von einer reinen Vorhersage des Straßenverlaufs. Gemäß **47** erfolgt die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs KB des ersten Fahrzeugs iterativ, das heißt es schließt sich hier ein neuer Bestimmungszyklus an. Gemäß Schritt **45**, wird der bestimmte zukünftige Kursbereich anhand stationärer Objekte **25** und, soweit vorhanden, anhand detektierter entgegenkommender Fahrzeuge  $F_G$ , die in den

**Fig. 2** und **3** nicht gezeigt sind, begrenzt.

Der nachfolgende Schritt **46** bezieht sich auf die Anwendung im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- und Abstandsregelung. Hier erfolgt nun die Auswahl eines vorausfahrenden Fahrzeugs als Regelungsziel für die Abstandsregelung. Dabei werden nun nur diejenigen vorausfahrenden Fahrzeuge berücksichtigt, die sich innerhalb des bestimmten zukünftigen Kursbereichs KB befinden. Befinden sich mehrere vorausfahrende Fahrzeuge in diesem Bereich, erfolgt eine Auswahl danach, welches der vorausfahrenden Fahrzeuge eine geringste Sollbeschleunigung bzw. eine größte Sollverzögerung bei dem geregelten Fahrzeug erfordert. Die Auswahl kann jedoch alternativ oder ergänzend auch von anderen Kriterien abhängig gemacht werden. Beispielsweise kann die Auswahl danach erfolgen, welches der vorausfahrenden Fahrzeuge den geringsten Abstand zu dem ersten, geregelten Fahrzeug aufweist. Mit **48** ist die iterative Wiederholung des Verfahrens dargestellt.

**Fig. 5** zeigt ein weiteres Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik. Die Schritte **51** bis **54** entsprechen dabei den Schritten **41** bis **44** gemäß dem Stand der Technik nach **Fig. 4**. Entsprechend dieses zweiten Beispiels aus dem Stand der Technik, erfolgt dann in Schritt **55** eine Bestimmung eines verifizierten, zukünftigen Kursbereichs KB<sub>ver</sub>. Zu diesem Zweck werden gemäß **56** weitere Meßdaten, insbesondere ein anderweitig bestimmter, zukünftiger Kursbereich KB<sub>2</sub> verwendet. Dieser anderweitig bestimmte, zukünftige Kursbereich KB<sub>2</sub> kann beispielsweise anhand der im Stand der Technik bekannten Verfahren mit Hilfe einer Gierrate oder einer Querbeschleunigung bestimmt werden. Durch die Verknüpfung mehrerer, voneinander unabhängig bestimmter zukünftiger Kursbereiche wird eine jeweils vorhandene Fehlerquote weiter minimiert. Im einfachsten Fall erfolgt die Verknüpfung der beiden bestimmten zukünftigen Kursbereiche KB und KB<sub>2</sub> dadurch, daß der erste bestimmte Kursbereich KB verwendet wird, solange eine festgelegte minimale Anzahl vorausfahrender Fahrzeuge detektiert wird. Werden weniger vorausfahrende Fahrzeuge als diese festgelegte Zahl detektiert, wird der zukünftige Kursbereich KB<sub>2</sub> verwendet. Alternativ können die Daten der beiden bestimmten Kursbereiche KB und KB<sub>2</sub> auch miteinander korreliert werden, um den verifizierten Kursbereich KB<sub>ver</sub> zu erhalten. Gemäß **58** erfolgt auch die Bestimmung des zukünftigen verifizierten Kursbereichs iterativ. Schritt **57** entspricht dem Schritt **46** aus **Fig. 4** und beinhaltet wiederum eine Zielauswahl eines vorausfahrenden Fahrzeugs im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- und Abstandsregelung.

**Fig. 6** zeigt ein weiteres Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik zur detaillierteren Darstellung der Verfahrensschritte zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs KB gemäß den Schritten **44** und **54** der **Fig. 4** und **5**. Dementsprechend können die Schritte **61** bis **63** anstelle der Schritte **44** und **54** in den **Fig. 4** und **5** eingefügt werden. In Schritt **61** werden Stützstellen  $S_i$  bestimmt, indem die Positionen  $P_{vi}$  der detektierten vorausfahrenden Fahrzeuge  $F_{vi}$  mit den zugehörigen bestimmten Querversätzen  $q_i$  verrechnet werden. Im Idealfall liegen dann alle bestimmten Stützstellen  $S_i$  auf einer Kurve, die dem zukünftigen Kursverlauf KV des ersten Fahrzeugs entspricht. In Schritt **62** wird dieser Kursverlauf KV bestimmt, indem eine Funktion, beispielsweise in Form eines Polynoms bestimmt wird, die möglichst alle Stützstellen  $S_i$  zumindest näherungsweise erfaßt. Dies bestimmte Funktion beschreibt dann den zukünftigen Kursverlauf KV. In Schritt **63** wird dann der zukünftige Kursbereich KB bestimmt, indem der Kursverlauf KV um die Breite  $b$  des ersten Fahrzeugs aufgeweitet wird. Zusätzlich erfolgt gegebenenfalls eine weitere

Erweiterung E in Abhängigkeit von erkannten Spurwechselsignalen des ersten Fahrzeugs.

**Fig. 7** zeigt eine Prinzipskizze zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Mit **700** ist dabei das erste Fahrzeug bezeichnet, das auf einer mehrspurigen Straße **701** fährt. Im weiteren Verlauf der Straße **701** sind zwei vorausfahrende Fahrzeuge **702** und **703** dargestellt. Am Rand der Straße **701** befinden sich weiterhin Verkehrszeichen **704**, Leitpfosten **705** und Bäume, die mit **706** gekennzeichnet sind. Es ist erkennbar, daß sich das erste Fahrzeug **700** auf der mittleren Spur der dreispurigen Straße **701** bewegt. Das vorausfahrende Fahrzeug **702** bewegt sich relativ zum Fahrzeug **700** auf der rechten Spur, während sich das vorausfahrende Fahrzeug **703** relativ zum ersten Fahrzeug **700** auf der linken Spur fortbewegt. Das erste Fahrzeug **700** ist mit einem Abstandssensor ausgerüstet, mit dem Positionen vorausfahrender Fahrzeuge detektiert werden. Die detektierten Positionen des vorausfahrenden Fahrzeugs **702** sind als Kreuze dargestellt und mit **707** bezeichnet. Die detektierten Positionen des vorausfahrenden Fahrzeugs **703** sind ebenfalls als Kreuze dargestellt und mit **708** bezeichnet. Im Fall des vorausfahrenden Fahrzeugs **702** ist erkennbar, daß vom ersten Fahrzeug **700** bereits Positionen des Fahrzeugs **702** detektiert worden sind, die wenigstens auf gleicher Höhe mit dem ersten Fahrzeug **700** oder sogar auf der zurückliegenden Wegstrecke liegen. Mit Hilfe der so detektierten Positionen **707**, die in einem Speicher abgelegt worden sind, läßt sich eine Ausgleichskurve bestimmen, die den Kursverlauf **709** des vorausfahrenden Fahrzeugs **702** repräsentiert. In Kenntnis des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs **702** und der bekannten Position des ersten Fahrzeugs **700** läßt sich leicht der Querversatz **711** zwischen dem ersten Fahrzeug **700** und dem Kursverlauf **709** des vorausfahrenden Fahrzeugs **702** bestimmen. Unter der Annahme, daß das vorausfahrende Fahrzeug **702** das einzige vorausfahrende Fahrzeug wäre, würde auf der Grundlage des bekannten Kursverlaufs **709** des vorausfahrenden Fahrzeugs **702** und des bekannten Querversatzes **711** die Bestimmung des zukünftigen Kursverlaufs des ersten Fahrzeugs **700** möglich sein. Dieser zukünftige Kursverlauf des ersten Fahrzeugs **700** würde sich, bei nur einem vorausfahrenden Bezugsfahrzeug **702**, um den Querversatz **711** parallel verschoben zum Kursverlauf **709** bewegen.

Im Fall des vorausfahrenden Fahrzeugs **703** liegen noch keine detektierten Positionen **708** vor, die sich wenigstens auf gleicher Höhe mit dem ersten Fahrzeug **700** befinden. Die erste detektierte Position des Fahrzeugs **703** ist mit **708.a** gekennzeichnet und liegt noch vor der derzeitigen Position des ersten Fahrzeugs **700**. Aufgrund der detektierten Positionen **708** des Fahrzeugs **703** ließe sich, analog zum Vorgehen beim Fahrzeug **702**, eine Ausgleichsgrade **710** bestimmen, die den Kursverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs **703** repräsentiert. Wird der Kursverlauf **710** des Fahrzeugs **703** in Richtung des ersten Fahrzeugs **700** projiziert, bzw. interpoliert, so ergibt sich eine Verlängerung des Kursverlaufs **710** um den Verlauf **710.a**, der bis an die aktuelle Position des ersten Fahrzeugs **700** heranragt. In Kenntnis dieses projizierten Kursverlaufs **710.a** des Fahrzeugs **703** ist es möglich, einen Querversatz zwischen der derzeitigen Position des ersten Fahrzeugs **700** und dem projizierten Kursverlauf **710.a** des Fahrzeugs **703** zu bestimmen. Dieser mit **712** bezeichnete Querversatz zum Fahrzeug **703** ist somit bestimmbar, obwohl das erste Fahrzeug **700** die Position der ersten Detektierung des Fahrzeugs **703**, die mit **708.a** gekennzeichnet ist, noch nicht erreicht hat. Somit sind aus Sicht des ersten Fahrzeugs **700** zwei Querversätze **711** und **712** zu vorausfahrenden Fahrzeugen **702** und **703** bekannt. Weiterhin sind die beiden Kursverläufe **709** und **710** der

vorausfahrenden Fahrzeuge **702** und **703** bekannt. Mit diesen bekannten Daten ist es nunmehr möglich einen anhand von zwei vorausfahrenden Fahrzeugen verifizierten zukünftigen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs **700** zu bestimmen. Dazu wird unter entsprechender Berücksichtigung der Querversätze **711** und **712** der Mittelwert der Kursverläufe **709** und **710** gebildet. Es ergibt sich ein bestimmter zukünftiger Kursverlauf des ersten Fahrzeugs **700** der in der **Fig. 7** mit **713** gekennzeichnet ist. Dieser bestimmte zukünftige Kursverlauf **713** wird analog zum Stand der Technik nach **Fig. 6** um die Fahrzeugbreite sowie eventuelle Erweiterungen aufgeweitet. Der so erweiterte Kursverlauf **713** des ersten Fahrzeugs **700** stellt den gesuchten zukünftigen Kursbereich des ersten Fahrzeugs **700** dar. Dieser bestimmte zukünftige Kursbereich ist der Übersicht halber in **Fig. 7** nicht dargestellt.

Alternativ kann statt der Bestimmung des Querversatzes zwischen dem ersten Fahrzeug **700** und den Kursverläufen **709** und **710** der vorausfahrenden Fahrzeuge **702** und **703** auch eine Krümmung zwischen dem aktuellen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs **700** und den bestimmten Kursverläufen **709** und **710** der vorausfahrenden Fahrzeuge **702** und **703** bestimmt werden. In Kenntnis dieser bekannten Krümmungen zu den Kursverläufen vorausfahrender Fahrzeuge ist ebenfalls eine Bestimmung eines zukünftigen Kursverlaufs des ersten Fahrzeugs **700** möglich.

Die Bestimmung des zukünftigen Kursverlaufes des ersten Fahrzeugs **700** wird um so genauer, je mehr vorausfahrende Fahrzeuge detektiert und deren Kursverläufe bestimmt werden. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, durch Vergleich, Korrelation oder Mittelung der projizierten Kursverläufe aller vorausfahrenden Fahrzeuge einen verifizierten zukünftigen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs **700** zu bestimmen. Dabei können projizierte Kursverläufe von vorausfahrenden Fahrzeugen herausgefiltert werden, die z. B. abbiegen oder durch schnelle Spurwechsel zwischen den einzelnen Fahrspuren keinen zuverlässigen, für die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs geeigneten, Kursverlauf liefern.

Analytisch erfolgt die Umsetzung der detektierten relativen Positionsdaten **707** und **708** der vorausfahrenden Fahrzeuge **702** und **703** durch statistische Analysen und/oder durch mathematische Interpolationsverfahren. Das Ergebnis dieses Verfahrens sind die projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge, die im Speicher des Abstandssensors des ersten Fahrzeugs **700** abgelegt werden. Innerhalb des Speichers, der vorzugsweise als Ringspeicher organisiert ist, werden die gespeicherten projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge zu ausgewählten oder frei wählbaren Zeitpunkten dem aktuellen Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs angeglichen. Durch diese Umrechnung liegen die projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge näherungsweise zu jedem Zeitpunkt im gleichen Koordinatensystem wie dem Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs **700** vor. Um bei der Bestimmung des zukünftigen Kursverlaufs des ersten Fahrzeugs **700** von den relevantesten der bestimmten projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge auszugehen, werden die projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge durch ein Gütekriterium bewertet, das statistische als auch nicht vorhersagbare Anteile und vorhersagbare Anteile enthält. Aufgrund dieses Gütekriteriums kann bei Güten, die unterhalb eines bestimmten Schwellwertes liegen, entschieden werden, ob ein projizierter Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs als eher irrelevant bestimmt wird und somit aus dem Speicher gelöscht wird oder, ob z. B. die Relevanz des projizierten Kursverlaufs nur bedingt gegeben ist und dieser nicht für die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des

ersten Fahrzeugs herangezogen wird. Für den Fall, daß der Speicher des Abstandssensors des ersten Fahrzeugs **700** voll ist und detektierte relative Positionsdaten weiterer vorausfahrender Fahrzeuge vorliegen, wird entsprechend eines weiteren Gütekriteriums, das in diesem Fall jedoch nur auf vorhersagbaren Anteilen beruht, entschieden, ob der neu detektierte Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs so relevant ist, daß dafür ein bisher gespeicherter projizierter Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs gelöscht wird oder ob die neu detektierten relativen Positionsdaten verworfen werden. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, daß sich zu jedem Zeitpunkt die relevantesten der projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge im Speicher befinden.

Für den Fall, daß aufgrund besonderer Bedingungen oder Umstände der bestimmte zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs **700** über den Bereich der Straße **701** herausragen würde, wird der zukünftige Kursbereich anhand von stationären Objekten begrenzt. Dies können z. B., wie in **Fig. 7** gezeigt, Verkehrszeichen **704**, Leitpfosten **705** oder Bäume und/oder Büsche **706** sein. Ebenso möglich ist eine Begrenzung des bestimmten zukünftigen Kursbereiches aufgrund von Positionen detektierter entgegenkommender Fahrzeuge. Diese letzte Möglichkeit ist in **Fig. 7** nicht dargestellt.

Wird ein weiterer zukünftiger Kursbereich des ersten Fahrzeugs **700** bestimmt, so ist eine Verifizierung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs **700** möglich. Dieser weitere zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs **700** kann beispielsweise anhand eines Lenkwinkels, eines Lenkradwinkels, einer Gierrate, einer Differenz von Radgeschwindigkeiten oder einer Querschleunigung des ersten Fahrzeuges oder anhand stationärer Objekte oder anhand entgegenkommender Fahrzeuge bestimmt werden. Auf diese Weise wird der zukünftige Kursverlauf bzw. der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs **700** durch verschiedene Verfahren verifiziert, die vollkommen unabhängig voneinander sind. Dies ermöglicht die bestmögliche Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs **700**.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines ersten Fahrzeugs (**700**), welches mit einem Abstandssensor ausgerüstet ist, wobei
  - mit Hilfe des Abstandssensors zu festgelegten oder wählbaren Zeitpunkten wenigstens relative Positionen (**707**, **708**) wenigstens eines vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) zum ersten Fahrzeug (**700**) bestimmt werden,
  - wenigstens diese bestimmten relativen Positionen (**707**, **708**) in wenigstens einem Speicher abgelegt werden,
  - diese in dem Speicher abgelegten relativen Positionen (**707**, **708**) jeweils einen Kursverlauf (**709**, **710**) des entsprechenden vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) bilden, und
  - der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs (**700**) wenigstens anhand des Kursverlaufs (**709**, **710**) des vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) bestimmt wird,
 dadurch gekennzeichnet, daß
  - der Kursverlauf (**709**, **710**) des vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) in Richtung auf die Position des ersten Fahrzeugs (**700**) projiziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Projizierung des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) bis zu der Position er-

folgt, an der sich das erste Fahrzeug befindet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem projizierten Kursverlauf (**709**, **710**, **710.a**) des vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) und dem aktuellen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs (**700**) ein Querversatz (**711**, **712**) und/oder eine Krümmung bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe des Querversatzes (**711**, **712**) und/oder der Krümmung des Kursverlaufes des ersten Fahrzeugs (**700**) zum projizierten Kursverlauf (**709**, **710**, **710.a**) des vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) ein zukünftiger Kursbereich des ersten Fahrzeugs (**700**) bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zukünftige Kursbereich anhand von projizierten Kursverläufen (**709**, **710**, **710.a**) mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge (**702**, **703**) bestimmt wird und daß ein Fahrspurwechsel eines einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) durch Vergleich, Korrelation oder Mittelung der projizierten Kursverläufe aller vorausfahrenden Fahrzeuge (**702**, **703**) herausgefiltert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gespeicherten Kursverläufe (**709**, **710**, **710.a**) der vorausfahrenden Fahrzeuge (**702**, **703**) zu ausgewählten und/oder frei wählbaren Zeitpunkten dem aktuellen Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs (**700**) angeglichen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Projizierung des Kursverlaufs (**709**, **710**, **710.a**) des vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**) durch statistische Analysen und/oder mathematische Interpolationsverfahren der gespeicherten relativen Positionsdaten (**707**, **708**) erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die projizierten Kursverläufe (**709**, **710**, **710.a**) der vorausfahrenden Fahrzeuge (**702**, **703**) durch wenigstens ein Gütekriterium bewertet werden, das sowohl statistische als auch nicht vorhersagbare Anteile und vorhersagbare Anteile enthält.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein projizierter Kursverlauf (**709**, **710**, **710.a**) eines vorausfahrenden Fahrzeugs (**702**, **703**), der ein Gütekriterium aufweist, das unterhalb eines bestimmten Schwellwertes liegt,

- aus dem Speicher gelöscht wird und/oder
- zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs (**700**) nicht mit herangezogen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher als Ringspeicher organisiert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn der Speicher voll ist, zur Speicherung wenigstens eines neuen Kursverlaufs eines weiteren vorausfahrenden Fahrzeugs, entsprechend eines weiteren Gütekriteriums, das nur auf vorhersagbaren Anteilen beruht, entschieden wird, ob wenigstens einer der bisher gespeicherte Kursverläufe und/oder der wenigstens eine neue Kursverlauf gelöscht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zukünftige Kursbereich anhand von Positionen detektierter, stationärer Objekte (**704**, **705**, **706**) oder anhand von Positionen detektierter, entgegenkommender Fahrzeuge begrenzt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß mindestens ein weiterer zukünftiger Kursbereich des ersten Fahrzeugs (**700**) anhand eines Lenk-

winkels, eines Lenkradwinkels, einer Gierrate, einer Differenz von Radgeschwindigkeiten oder einer Querschleunigung des ersten Fahrzeugs (700) oder anhand stationärer Objekte oder anhand entgegenkommender Fahrzeuge, die von einem Abstandssensor des ersten Fahrzeugs (700) detektiert werden, bestimmt wird und

– daß anhand des ersten und des weiteren bestimmten zukünftigen Kursbereichs ein verifizierter zukünftiger Kursbereich bestimmt wird.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, beinhaltend,

– einen Abstandssensor, der zu festgelegten oder wählbaren Zeitpunkten wenigstens relative Positionen (707, 708) wenigstens eines vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zum ersten Fahrzeug (700) bestimmt,

– wenigstens ein Speicher, in dem diese bestimmten relativen Positionen (707, 708) abgelegt werden,

– Mittel, um aus diesen im Speicher abgelegten relativen Positionen (707, 708) jeweils einen Kursverlauf (709, 710) des entsprechenden vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zu bilden, und

– Mittel, um den zukünftigen Kursbereich des ersten Fahrzeugs (700) wenigstens anhand des Kursverlaufs (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zu bestimmen, dadurch gekennzeichnet, daß

– Mittel vorhanden sind, um den Kursverlauf (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) in Richtung auf die Position des ersten Fahrzeugs (700) zu projizieren.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

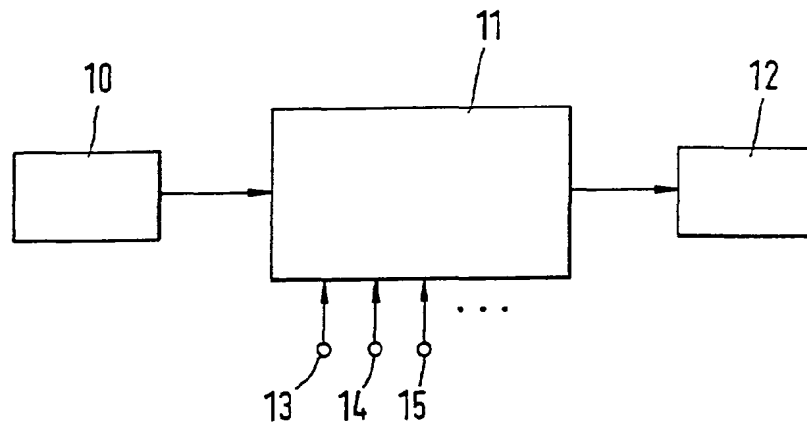
55

60

65



**Fig.1**



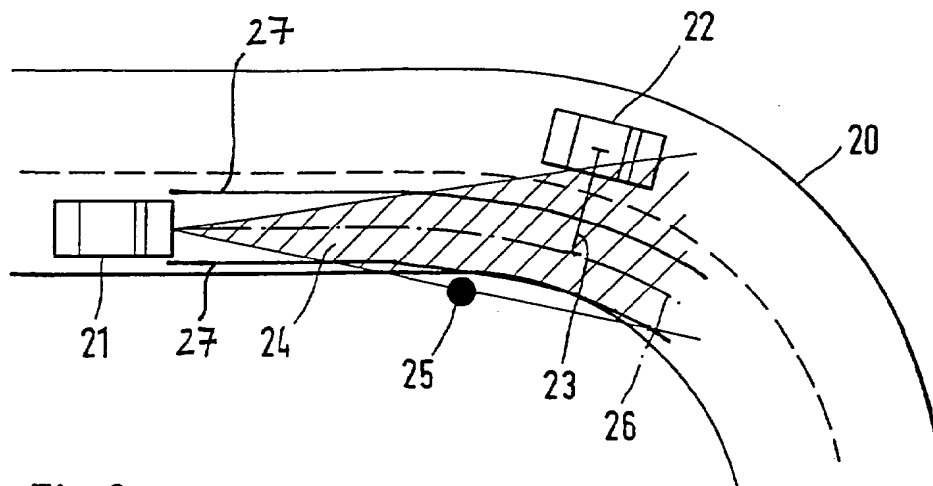


Fig. 2

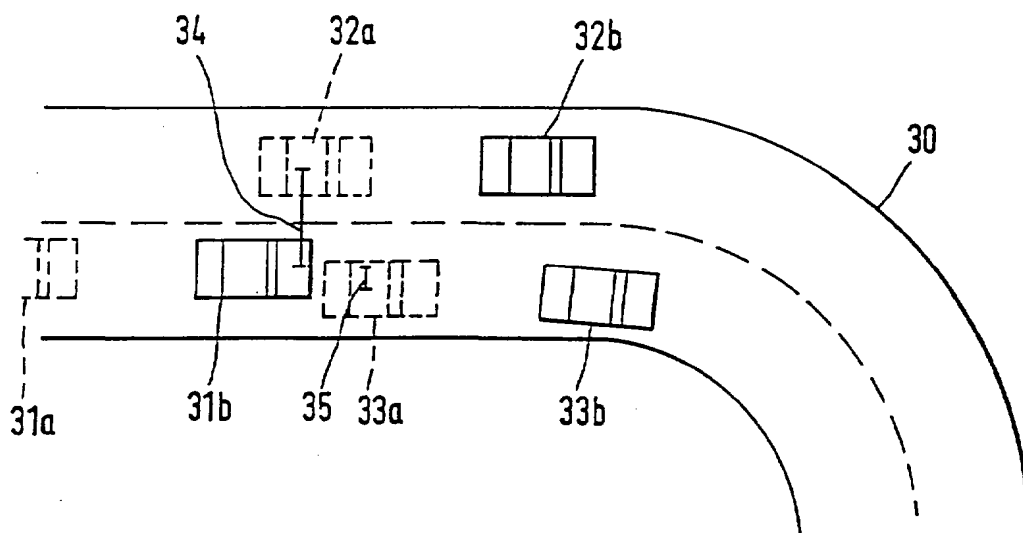


Fig. 3

Stand der Technik

Fig.4

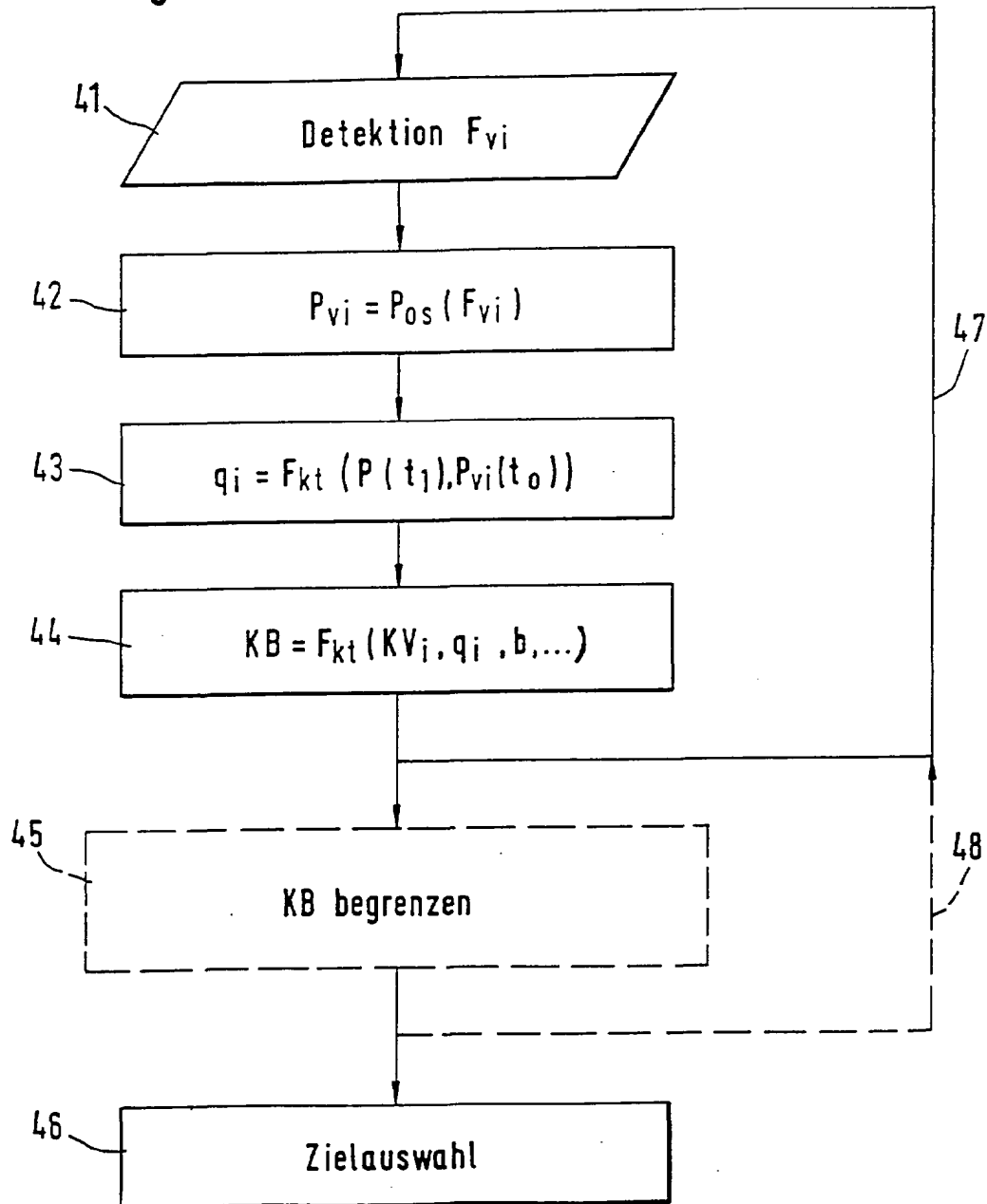


Fig.5

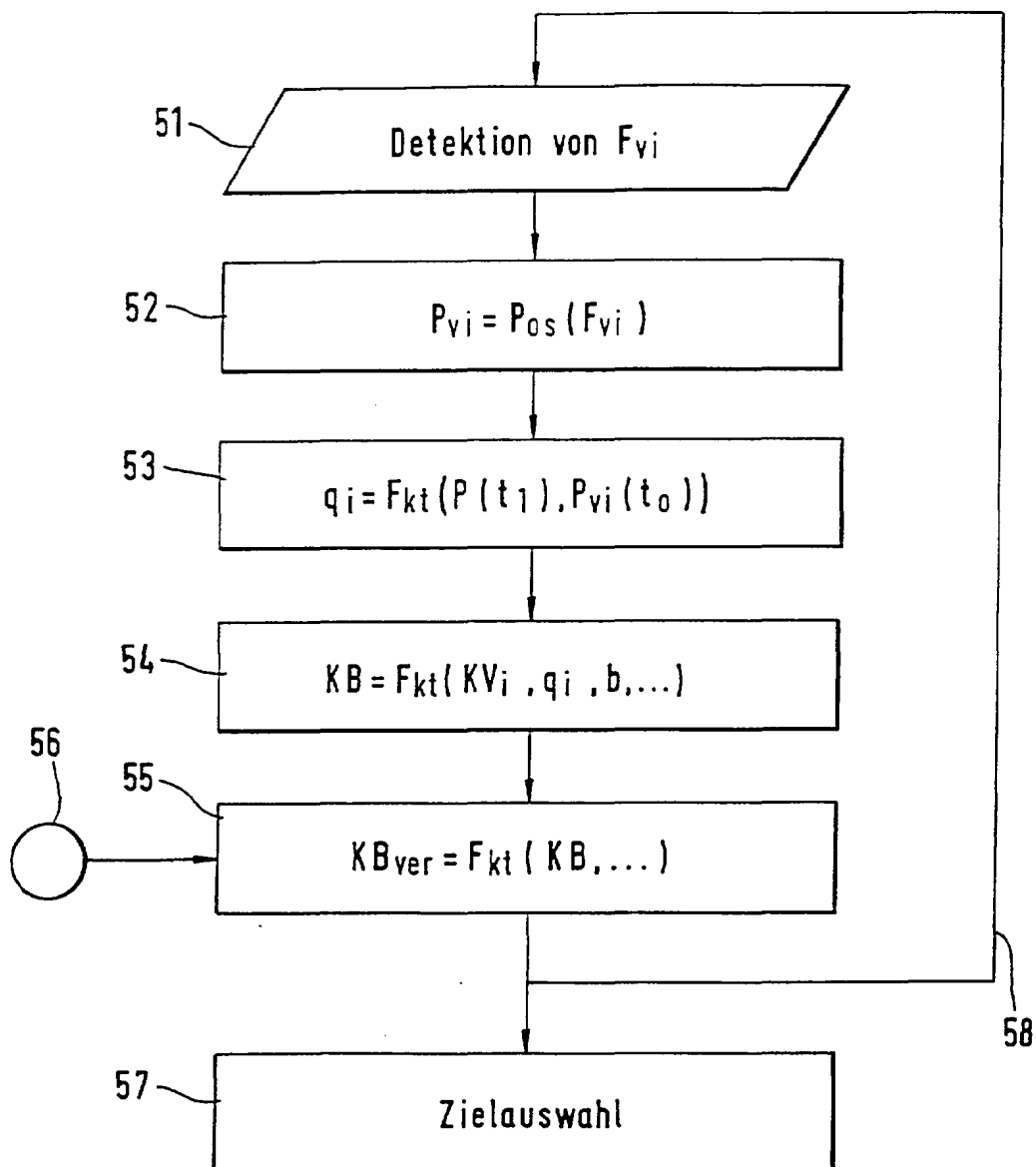


Fig. 6

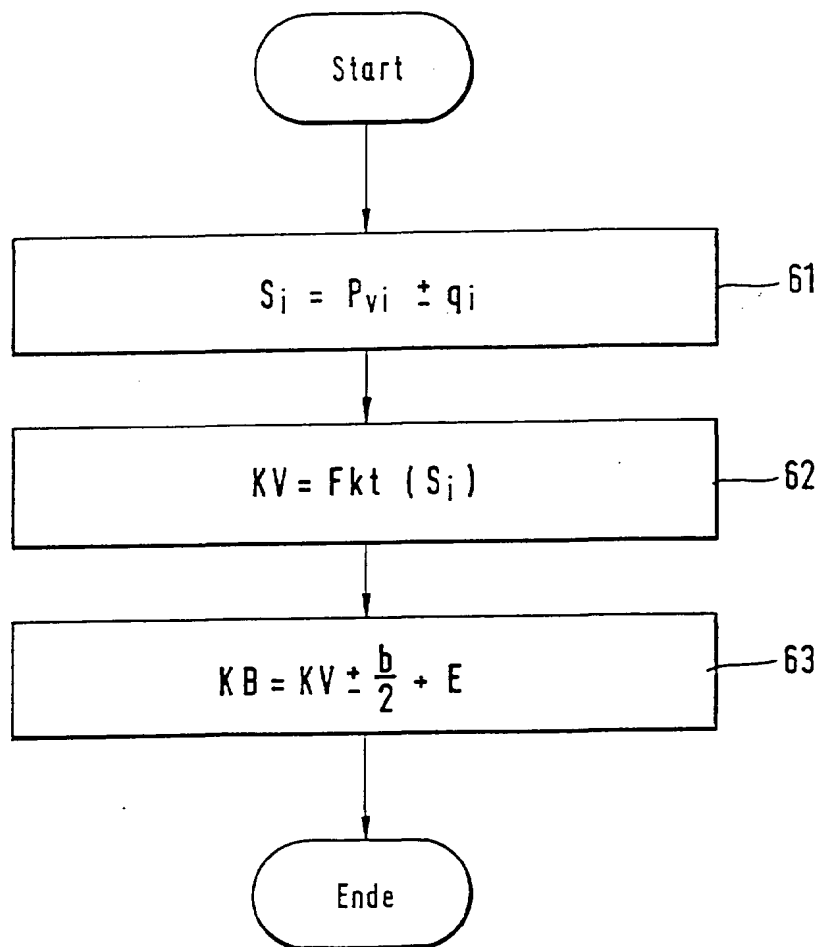


Fig.7

